

5

10 Vorrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen einer
Brennkraftmaschine

15 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum
Nachbehandeln von Abgasen einer Brennkraftmaschine, mit
einem der Reduktion von NOX-Bestandteilen der Abgase
dienenden Reduktionskatalysator und einer Einrichtung, die
im Abgas eine Druckdifferenz erzeugt, insbesondere, jedoch
20 nicht ausschließlich für selbstzündende Brennkraftmaschinen
oder Dieselmotoren mit Abgas-Turbolader.

Bedingt durch ständig sinkende Schadstoffgrenzwerte wurden
in den letzten Jahren verschiedenste Vorrichtungen zur
25 Nachbehandlung von Abgasen von Brennkraftmaschinen
entwickelt. Um eine Reduktion von NOX-Bestandteilen in
Abgasen zu erzielen, wurden insbesondere für Dieselmotoren
Reduktionskatalysatoren entwickelt, die üblicherweise in
SCR-Katalysatoren mit Harnstoff-Dosiersystem und
30 Speicherkatalysatoren unterteilt werden. Die sog. SCR-
Katalysatoren werden mittels einer Harnstoff- und/oder
Ammoniak-Reduktionsmittelzufuhr regeneriert, während die

sog. Speicherkatalysatoren mit Kohlenwasserstoffen des mitgeführten Brennkraftmaschinen-Brennstoffes in sog. Abgas-Fettphasen regeneriert werden.

5 Diese Abgas-Fettphasen lassen sich zwar innermotorisch im unteren Drehzahl- und Lastbereich darstellen, jedoch ist bei höheren Drehzahlen und Drehmomenten eine Zudosierung von Reduktionsmitteln direkt in den Abgastrakt nötig, wobei ggf. eine Vorerwärmung des Reduktionsmittels erforderlich
10 sein kann.

Aus der DE-A-196 25 447 ist eine Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen einer Brennkraftmaschine bekannt, bei welcher Abgase vor Erreichen eines
15 Reduktionskatalysators mit dem Brennstoff angereichert werden. Diese Anreicherung erfolgt über eine Verdampfungseinrichtung, welche das flüssige Reduktionsmittel somit vorerwärmt und aufbereitet in den Abgasstrom einleitet.

20 Aus der EP-A-0 381 236 ist ein entsprechendes System bekannt, welches zum Entfernen von Stickoxiden in Abgasen aus einem Dieselmotor Ammoniak als Reduktionsmittel zudosiert. Bei dem zuletzt genannten System ist desweiteren
25 ein Turbolader vorgesehen, welcher den Druck des Abgases senkt. Die Harnstoff-Wasser-Lösung wird mittels Druckluft zudosiert.

Aus der US-PS 5,067,320 ist schließlich ein System bekannt,
30 welches dazu dient, Abgaspartikel in einem hierfür konzipierten Brennraum zu verbrennen. Der Brennraum wird über zwei Abgasleitungen versorgt, von denen eine mit einer

Brennstoffzufuhr ausgestattet ist, um in dem Brennraum ein brennbares Gemisch bereitzustellen, mittels welchem die Abgaspartikel des verbleibenden Abgasstromes verbrannt werden können. Dieses Verbrennen von Abgaspartikeln steht
5 jedoch der Zielsetzung eines Katalysators diametral entgegen, da zusätzliche Stickoxide bei dieser schwer kontrollierbaren Verbrennung von Rußpartikeln entstehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße
10 Vorrichtung, wie z.B. aus der EP-A-0 381 236 bekannt, zum Nachbehandeln von Abgasen einer Brennkraftmaschine mit einem der Reduktion von NOX-Bestandteilen der Abgase dienenden Reduktionskatalysator, zu dem ein Abgasrohr führt, eine Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung und eine
15 Einrichtung, die im Abgas eine Druckdifferenz erzeugt, in solch einer Weise weiterzubilden, daß eine einfache und optimierte Reduktionsmittelzufuhr erfolgt, so daß eine bessere Reduzierung von NOX-Bestandteilen aus Abgasen resultiert.

20 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

25 Insbesondere wird bei der erfindungsgemäßen Lösung eine Bypassleitung vorgesehen, die die Einrichtung umgeht, welche in den Abgasen eine Druckdifferenz erzeugt. In diese Bypassleitung bringt die Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung
30 das Reduktionsmittel ein. Somit wird erfindungsgemäß ein in dem System vorliegender Staudruck, z.B. vor der Turbine eines Abgas-Turboladers, dazu ausgenutzt, das

Reduktionsmittel aufzubereiten und zu transportieren. In der Bypaßleitung kann bereits eine gewisse Verdampfung und/oder Vermengung des Reduktionsmittels mit einem Teil der Abgase erfolgen, so daß am Katalysatcreingang ein
5 homogeneres Abgas-Reduktionsmittel-Gemisch vorliegt. Wenn eine Harnstoff-Wasser-Lösung als Reduktionsmittel zum Einsatz kommt, sind durch die Ausnutzung des Staudruckes keine zusätzlichen Druckluftaggregate erforderlich, so daß eine Implementierung auch im Pkw-Bereich möglich erscheint.
10 Bei der Verwendung der im Fahrzeug mitgeführten Kohlenwasserstoffe als Reduktionsmittel entfällt eine sonst erforderliche Aufbereitung mittels Glühstiftkerzen oder anderen Verdampfungseinrichtungen durch Verwendung eines Crach-Katalysators bzw. eines sehr kleinen
15 unterdimensionierten Katalysators. Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht somit eine NOX-Reduktion auch bei hohen Abgasvolumenströmen durch eine fette Gemischwolke aus HC und CO, wobei das System über eine kompakte Bauweise verfügt, ohne elektrische Energie oder zusätzliche
20 Aggregate zu erfordern, bei nur geringem Kraftstoffmehrverbrauch.

Vorteilhafterweise umfaßt die Bypaßleitung ein Ventil, welches insbesondere bevorzugt steuerbar ist. Indem die
25 Bypaßleitung über ein Ventil verfügt, kann der an der den Druck verändernden Einrichtung vorbeigeführte Abgasvolumenstrom eingestellt oder gesteuert werden, so daß sich, abhängig von Brennkraftmaschinen-Parametern, ein optimaler Betrieb des Abgassystemes realisieren läßt. Des
30 weiteren können über das Ventil verschiedene Motortypen und Betriebsmodi der Motoren berücksichtigt werden.

Um den reduktionsmittelhaltigen Teil des Abgases, der in der Bypaßleitung vorliegt, mit dem Rest des Abgases zu vereinen, ist es bevorzugt, daß die Bypaßleitung über einen Ringkanal mit Bohrungen in dem Abgasrohr mündet. Diese
5 Ausgestaltung stellt eine gleichförmige und homogene Vermengung bereit, so daß am Katalysatoreingang ein insgesamt homogenes Reduktionsmittel-Abgas-Gemisch vorliegt.

10 Alternativ kann die Bypaßleitung auch über ein sogenanntes Sprühhrohr in dem Abgasrohr münden. Bei dieser Ausgestaltung wird der über die Bypaßleitung umgeleitete Teil des Abgases, welcher mit dem Reduktionsmittel angereichert ist, im Bereich höchster Strömungsgeschwindigkeit in dem Rest
15 des Abgases ausgegeben, so daß ebenfalls eine gute Vermengung von Reduktionsmittel und Abgas stattfindet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Bypaßleitung ein Einspritzventil für die
20 Reduktionsmittelzufuhr, so daß das Reduktionsmittel größtenteils bereits zerstäubt oder verdampft in dem umgeleiteten Abgasteil vorliegt. Bei dieser Ausgestaltung ist es möglich, daß sich ein Teil des Reduktionsmittels an der Wandung der Bypaßleitung niederschlägt, wobei dieser
25 Teil jedoch durch die Abgaswärme teilweise verdampft wird und spätestens bei der Vermengung mit dem Restabgas vor Eintritt in den Katalysator im wesentlichen vollständig verdampft wird.

30 Alternativ zu einem Einspritzventil kann die Bypaßleitung eine Vergasereinrichtung für die Reduktionsmittelzufuhr aufweisen. Die Funktion einer Vergasereinrichtung ist im

wesentlichen zu dem Einspritzventil entsprechend, wobei jedoch eine einer Saugstrahlpumpe entsprechende Ausgestaltung besonders vorteilhaft sein kann, um eine Fördereinrichtung für das Reduktionsmittel überflüssig zu gestalten. Anders ausgedrückt wird die Reduktionsmitteldosierung über die im Bypaß herrschende Strömung bestimmt, d.h. insbesondere über das Ventil, welches den Durchsatz der Bypaßleitung steuert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Bypaßleitung ein weiterer Katalysator zugeordnet, welcher insbesondere als Crack-Katalysator ausgeführt sein kann. Dieser zusätzliche Oxidationskatalysator sollte relativ klein sein und nur geringe Mengen an Reduktionsmittel, insbesondere Kohlenwasserstoff, umsetzen. Somit kann eine noch verbesserte Reinigungswirkung des Abgassystemes erzielt werden.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn die druckdifferenzerzeugende Einrichtung die geleistete Arbeit anderweitig zur Verfügung stellt, d.h. zum Beispiel in der Form einer Turbine eines Abgas-Turboladers vorgesehen ist. Somit entsteht ein synergisierender Effekt, nämlich daß bei einem System mit Turbolader der Staudruck für die Abgasnachbehandlung verwendet wird, während der Druck des Abgases selbst zum Betreiben eines Turboladers verwendet wird.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß mit dem erfindungsgemäßen System eine Nachbehandlung von Abgasen einfach und effizient ermöglicht wird. Es kann eine NOX-Reduktion auch bei hohen Abgasvolumenströmen erfolgen, ohne

daß zusätzliche Energie und/oder Aggregate wie Pumpen, Heizeinrichtungen, Verdampfungseinrichtungen etc. erforderlich wären.

5 Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung einiger derzeit¹ bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen, in welchen gilt:

10 Figur 1 zeigt schematisch eine Brennkraftmaschine mit zugeordnetem Abgastrakt, eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthaltend.

15 Figur 2 zeigt eine zu Figur 1 analoge Darstellung, jedoch eine andere bevorzugte Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthaltend.

Das in Figur 1 gezeigte System ist insbesondere ausgelegt,
20 um eine Wasser-Harnstoff-Lösung als Reduktionsmittel zu verwenden. In der Darstellung gibt ein Motor 2 Abgase in einen Abgaskrümmen 3 aus. In dem Abgaskrümmen 3 ist ein Abgas-Turbolader 10 nachgeschaltet, von dem ein Abgasrohr 6 zu einem Reduktionskatalysator 4 führt. Ein kleiner Teil
25 der in dem Abgaskrümmen vorliegenden Abgase wird über ein Ventil oder einen anderen Verschlußmechanismus 14 einer Bypaßleitung 12 zugeführt. Somit liegt in der Bypaßleitung 12 im wesentlichen der Staudruck vor der Turbine des Abgas-Turboladers 10 vor. In diese Bypaßleitung wird über eine
30 Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung 8 eine Wasser-Harnstoff-Lösung zugeführt. In der dargestellten Ausführungsform ist die Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung 8 in der Form eines

Einspritzventiles vorgesehen, so daß die Wasser-Harnstoff-Lösung zumindest teilweise zerstäubt wird. Die Bypaßleitung 12 mündet über einen Ringkanal 16 mit Bohrungen in dem Abgasrohr 6, und zwar praktisch unmittelbar vor dem
5 Reduktionskatalysator 4.

Alternativ zu dem Ringkanal mit Bohrungen kann der Übergang zwischen Bypaßleitung 12 und Abgasrohr 6 auch über ein sogenanntes Sprühhrohr erfolgen, wie in der Detailansicht
10 gezeigt. Bei dieser Ausgestaltung ist das Ende der Bypaßleitung 12 im wesentlichen im Bereich höchster Strömungsgeschwindigkeit in dem Abgasrohr, im wesentlichen parallel diesbezüglich verlaufend, angeordnet. Somit wird aus dem Sprühhrohr 18 ein Gemisch aus Abgas und Wasser-
15 Harnstoff-Lösung unter Druck ausgegeben, so daß eine intensive Vermengung und Aerosolbildung stattfindet. Als ein Ergebnis liegt beim Eingang des Reduktionskatalysators 4 ein praktisch "homogenes Gemisch" aus Abgas und Reduktionsmittel vor. Zur Funktionskontrolle kann
20 schließlich hinter dem Katalysator 4 noch ein NOX-Sensor 24 vorgesehen werden. Die Steuerung des gesamten Systemes kann sowohl über die Motorsteuerung selbst erfolgen, als auch über eine separate Steuerung, die das Ventil 14 und die Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung 8 steuert. Bei der
25 Steuerung können sowohl Motor-Betriebsparameter als auch Ausgabedaten des NOX-Sensors 24 verwendet werden.

In Figur 2 ist ein System im wesentlichen analog zu Figur 1 dargestellt, jedoch insbesondere vorgesehen zur Verwendung
30 von Kohlenwasserstoffen bzw. Kraftstoff als Reduktionsmittel. Wie in der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform wird ein Teil der Abgase unter Abgas-

Turbolader-Staudruck über eine Bypaßleitung 12 an der Turbine des Abgas-Turboladers 10 vorbeigeführt. Wie bei der Ausführungsform von Figur 1 wird das Reduktionsmittel, hier Kraftstoff, insbesondere Diesel, in die Bypaßleitung
5 eingeführt. Im Gegensatz zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist jedoch eine Vergasereinrichtung 9 vorgesehen, die das Reduktionsmittel in den Abgasteilstrom in der Bypaßleitung 12 einbringt. Flußabwärts der Reduktionsmittelzufuhr 9 liegend ist bei der in Figur 2
10 gezeigten Ausführungsform zusätzlich ein Katalysator 20 kleiner Größe vorgesehen. Der Katalysator 20 ist in der gezeigten Ausführungsform ein sogenannter Crack-Katalysator, der als Oxidationskatalysator dient. Dieser setzt geringe Mengen an Kohlenwasserstoff um, wobei jedoch
15 der überwiegende Teil der Kohlenwasserstoffe in diesem oder nach diesem Katalysator verdampft oder zu Kohlenmonoxid umgewandelt wird, um danach vor dem eigentlichen Katalysator dem Abgasstrom zur Reduktion von NOX zugeführt zu werden. Vorzugsweise kann das Reduktionsmittel in Form
20 von fetten Gemischwolken zur Reduktion im Katalysator eingesetzt werden. Wie in der vorangehend beschriebenen Ausführungsform erfolgt der Übergang zwischen Bypaßleitung 12 und Abgasrohr 6 über einen Ringkanal 16 mit Bohrungen oder alternativ über ein Sprührohr 18.

25

Obwohl die vorliegende Erfindung vorangehend unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen vollständig beschrieben wurde, sollte der Fachmann erkennen, daß verschiedenste Modifikationen möglich sind, die insoweit
30 von den Ansprüchen erfaßt als Äquivalente zu erachten sind. Beispielhaft kann die Einrichtung, die eine Druckdifferenz im Abgas erzeugt, auch eine einfache Drossel sein, die die

Druckdifferenz nicht zum Antreiben eines Turboladers verwendet.

- Durch eine kurzzeitige Zudosierung von Reduktionsmittel
- 5 kann eine sehr fette Gemischwolke zur Reduktion des Katalysators eingesetzt werden, wodurch eine Reduktion im Vollstrom ohne Abgasklappen (z.B. beim Speicherkatalysator) erzielt wird.
- 10 Vorteilhafterweise kann als Reduktionsmittel Kohlenmonoxid direkt aus einer Druckgasflasche ohne Bypassleitung verwendet werden.

5

Ansprüche

- 10 1. Vorrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen einer Brennkraftmaschine (2), mit einem der Reduktion von NOX-Bestandteilen der Abgase dienenden Reduktionskatalysator (4), zu dem ein Abgasrohr (6) führt, einer Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung (8) und einer
15 Einrichtung (10), die im Abgas eine Druckdifferenz erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß eine die druckdifferenz-erzeugende Einrichtung (10) umgehende Bypaßleitung (12) vorgesehen ist, in die die Reduktionsmittel-Zufuhreinrichtung (8) das Reduktionsmittel einbringt.
20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) ein Ventil (14) enthält, welches insbesondere steuerbar ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) über einen Ringkanal (16) mit Bohrungen in dem Abgasrohr (6) mündet.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) über ein Sprührohr (18) in dem Abgasrohr (6) mündet.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) ein Einspritzventil (8) für die Reduktionsmittelzufuhr aufweist.

5

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) eine Vergasereinrichtung (8) für die Reduktionsmittelzufuhr aufweist.

10

7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (12) zumindest einen Katalysator (20), insbesondere einen Crack-Katalysator (20), umfaßt.

15

8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsmittel ein Harnstoff, Ammoniak oder eine Harnstoff-Wasser-Lösung ist.

20

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsmittel der Brennstoff der Brennkraftmaschine (2), insbesondere Diesel, ist.

25

10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die druckdifferenzerzeugende Einrichtung (10) eine Turbine eines Abgas-Turboladers ist.

5

Vorrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen einer
Brennkraftmaschine

10

Zusammenfassung

Vorrichtung zur Nachbehandlung von Abgasen einer
15 Brennkraftmaschine, insbesondere einer
Dieselbrennkraftmaschine, mit einem der Reduktion von NOX-
Bestandteilen der Abgase dienenden Reduktionskatalysator,
zu dem ein Abgasrohr führt, einer Reduktionsmittel-
Zuführeinrichtung und einer Einrichtung, die im Abgas eine
20 Druckdifferenz erzeugt. Bei der Vorrichtung erfolgt die
Reduktionsmittelzufuhr über eine Bypaßleitung, die einen
Teil der Abgase an der Einrichtung vorbeiführt, die die
Druckdifferenz im Abgas erzeugt. Die Vorrichtung kann als
Reduktionsmittel sowohl Ammoniak bzw. eine Wasser-
25 Harnstoff-Lösung als auch Kohlenwasserstoffe des
Brennstoffes als auch CO als Reduktionsmittel verwenden.

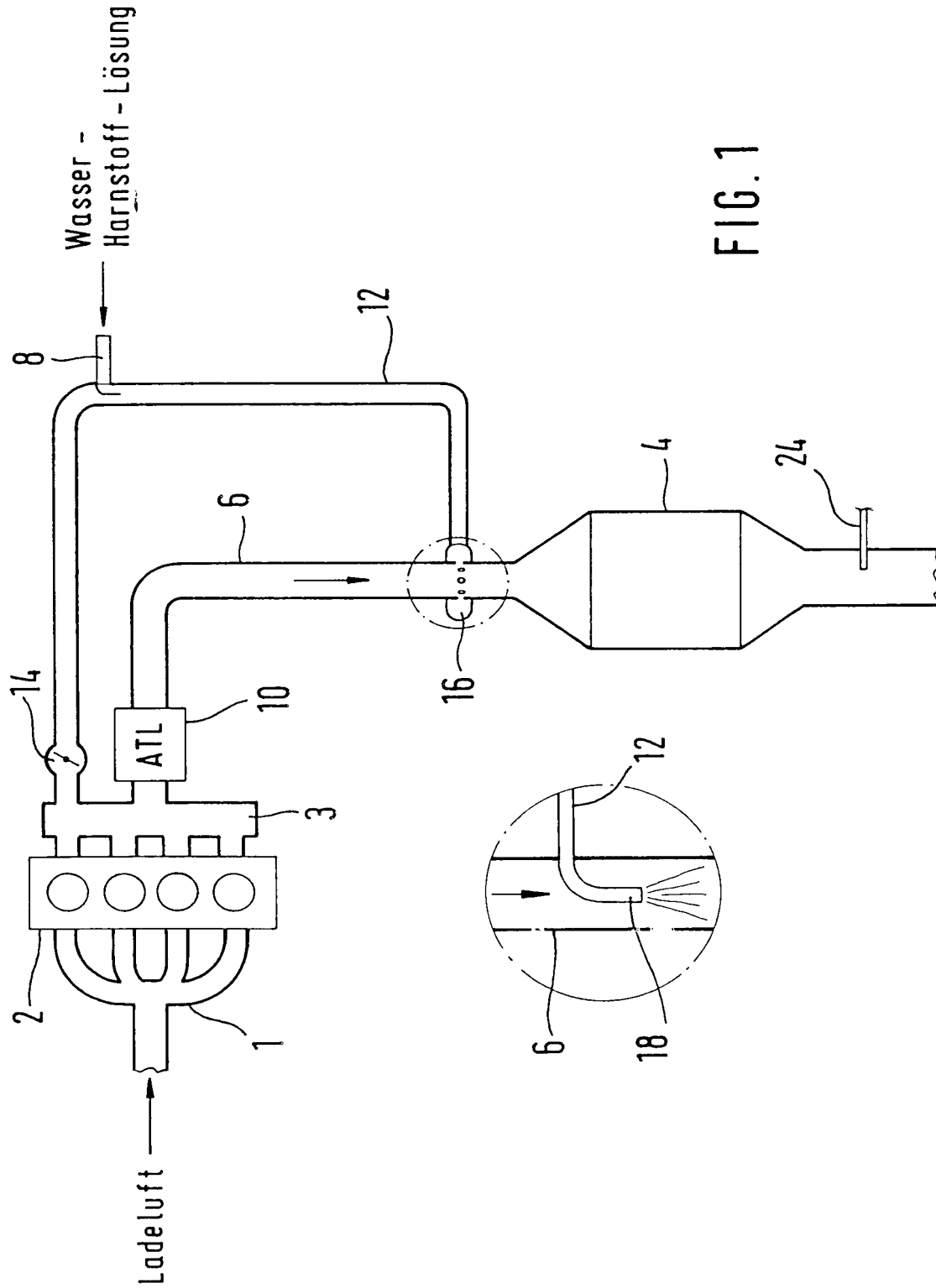


FIG. 1

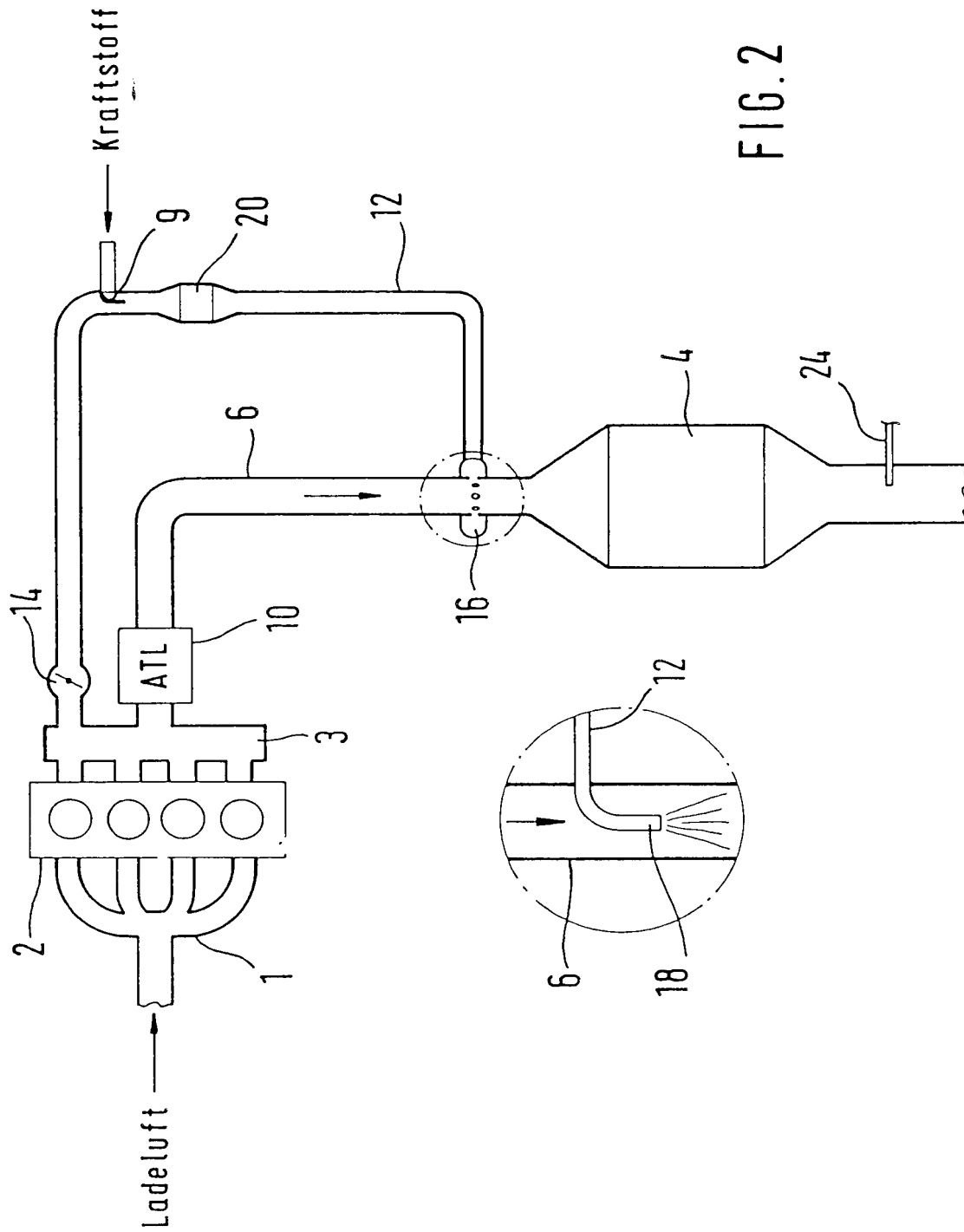


FIG. 2